

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes, insbesondere eines Kraftstoff-Einspritzventils einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung.

Eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 ist aus der DE 36 21 541 A1 bekannt. Dort werden für die Lade- bzw. Auswahlshalter und Entladeschalter Thyristoren verwendet. Diese müssen beim Einschalten mit einem Impuls gezündet werden und erlöschen von selbst, wenn der über sie fließende Leistungsstrom zu Null wird. Problematisch ist die relativ große Freiwerdezeit der Thyristoren. Dem kann begegnet werden, wenn die Thyristoren durch MOSFET-Schalter und Dioden ersetzt werden. Für N-MOSFET-Schalter ist jedoch eine sehr aufwendige Highside-Ansteuerschaltung erforderlich; für P-MOSFET-Schalter kann zwar die Ansteuerschaltung einfacher ausgebildet sein, bei diesen entstehen jedoch etwa doppelt so hohe Verluste wie bei N-MOSFET-Schaltern.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes mit möglichst einfacher Ansteuerung zu schaffen. Aufgabe der Erfindung ist es auch, ein Verfahren zum Betreiben dieser Vorrichtung anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Schaltung entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Dabei wird auf Highside-Ladeschalter (Thyristoren oder MOSFET) verzichtet und die Ladevorgänge werden durch massebezogene Auswahlshalter ausgelöst. Der Entladekreis wird nicht über den Masseanschluß GND geführt, um einen inneren Kurzschluß der Spannungsquelle infolge des fehlenden Ladeschalters bei leitendem Entladeschalter zu verhindern.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung ist innerhalb eines strichlierten Kastens B1 eine Schaltung zum Ansteuern von nicht dargestellten Kraftstoff-Einspritzventilen einer Kraftfahrzeug-Brennkraftmaschine mittels kapazitiver Stellglieder P1 bis Pn dargestellt. Diese Schaltung wird von einer im Ausführungsbeispiel als Schaltnetzteil SNT ausgeführten Spannungsquelle mit Energie versorgt und von den Ausgangssignalen einer Steuerschaltung ST, welcher Steuersignale st von einem mikrocomputergesteuerten Motorsteuergerät zugeführt werden, gesteuert. Für bankweise Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bildet die in dem eingerahmten Kasten B1 dargestellte Schaltung eine Bank; für jede Bank B2 bis Bn ist eine weitere derartige Schaltung erforderlich, die zu der in dem strichlierten Kasten B1 dargestellten Schaltung parallelzuschalten ist.

Die Schaltung besteht aus einem Ladekondensator C1, welcher dem Schaltnetzteil SNT parallelgeschaltet ist. Dem Ladekondensator C1 ist eine Reihenschaltung aus einem Entladekondensator C2, einer Umschwingspule L, einem kapazitiven Stellglied P1 und einem diesem zugeordneten Auswahlshalter T1 parallelgeschaltet.

Für jedes weitere Kraftstoffeinspritzventil ist ein Stellglied P2 bis Pn in Reihe mit seinem Auswahlshalter T2 bis Tn parallel zu der Reihenschaltung aus Stellglied P1 und Auswahlshalter T1 angeordnet.

Die in der Schaltung befindlichen Schalter Te und T1 bis Tn sind N-MOSFET-Schalter, über welche nur in einer Richtung Strom fließt.

Mit dem Verbindungspunkt zwischen den beiden Kondensatoren C1 und C2 ist der Drainanschluß eines Entlade-

schalters Te verbunden, dessen Sourceanschluß, über Entkopplungsdioden D1 bis Dn entkoppelt, mit den Drainanschlüssen der Auswahlshalter T1 bis Tn verbunden ist. Drain-, Source- und Gateanschluß D, S, G sind nur beim Auswahlshalter T1 eingezeichnet, um die Figur nicht zu überfrachten.

Außerdem ist ein Bypassschalter Bp vorgesehen, auf welchen später eingegangen wird, dessen Drainanschluß mit dem Verbindungspunkt zwischen der Umschwingspule L und den Stellgliedern P1 bis Pn verbunden ist, und dessen Sourceanschluß mit dem Sourceanschluß des Entladeschalters Te verbunden ist. Sämtliche Schalter werden über ihre Gateanschlüsse von den Ausgangssignalen der Steuerschaltung ST gesteuert.

Der parallel zu den Stellgliedern P1 bis Pn angeordnete Bypassschalter Bp wird von der Steuerschaltung ST angesteuert, wenn die Stellgliederspannung einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet oder wenn ein in der Brennkraftmaschine bis hin zu den Leistungsendstufen der Einspritzventile auftretender Fehler erkannt wird, und entlädt die kapazitiven Stellglieder P1 bis Pn kurzschlußartig. Der Bypassschalter Bp wird auch zum Auf- oder Nachladen des Entladekondensators C2 benötigt. Anstelle des Bypassschalters Bp kann auch eine Diode oder Zenerdiode mit gleicher Polung wie die Inversdiode des Bypassschalters vorgesehen sein, wobei dann aber die Aufladung des Entladekondensators C2 über eine Stellgliedbetätigung, bei einem Kraftstoffeinspritzventil vorzugsweise ohne Kraftstoffdruck, vorgenommen werden muß.

In der Schaltung sind Dioden Da und Db vorgesehen, welche Rückströme verhindern sollen. Diode Da verhindert beim Laden einen Rückstrom des negativen Anteils des sinusförmigen Ladestroms in die Spannungsquelle, der das Stellglied entladen würde. Diode Db verhindert ein Entladen des Entladekondensators C2 über die Inversdiode des Entladeschalters Te sowohl beim Entladevorgang (durch den negativen Anteil des sinusförmigen Entladestroms) als auch bei leitendem Bypassschalter Bp.

Eine weitere, vom Minuspol GND zum Sourceanschluß des Entladeschalters Te stromleitende Diode Dc verhindert negative Spannungen an den Sourceanschlüssen des Entladeschalters Te und des Bypassschalters Bp während des Übergangs eines der Auswahltransistoren T1 bis Tn in den nichtleitenden Zustand zum leitenden Zustand des Entladeschalters Te oder des Bypassschalters Bp. Das ermöglicht eine einfachere Highside-Ansteuerung des Entladeschalters Te oder des Bypassschalters Bp.

Nachstehend wird das Anstellungsverfahren für diese Schaltung beschrieben. Während des Betriebes der Schaltung ist der Ladekondensator C1 auf die von der Steuerschaltung ST bestimmte Ausgangsspannung $+U_{SNT}$ des Schaltnetzteils SNT aufgeladen.

Bei Betriebsbeginn ist der Entladekondensator C2 entladen und die Umschwingspule L stromlos. Damit auch der Kondensator C2 vor der ersten Stellgliedbetätigung voll aufgeladen ist, werden zunächst der Bypassschalter Bp und einer der Auswahlshalter T1 bis Tn leitend gesteuert. Dadurch entlädt sich C1 über C2, L, Bp, und beispielsweise D1 und T1. Sodann werden Bp und T1 wieder nichtleitend gesteuert und nun der Entladeschalter Te leitend gesteuert. Dadurch fließt ein Strom in Gegenrichtung durch L, C2, Te und die Inversdiode des Bypassschalters Bp, wodurch C2 so gepolt wird, daß an der Reihenschaltung von C1 und C2 die Summenspannung $U_{C1} + U_{C2}$ (= Ladespannung) anliegt.

Die Spannung U_{C2} am Kondensator C2 wird über eine in diesem Ausführungsbeispiel als Sample-and-Hold-Schaltung S&H ausgebildete Meßschaltung der Steuerschaltung ST mitgeteilt und der Vorgang solange wiederholt, bis C2

- Leerseite -

auf eine vorgegebene Spannung U_{C2} aufgeladen ist.

Da die Spannung U_{C2} am Kondensator C2 bei Nichtbetätigung langsam abfällt, werden auch während des Betriebes, beispielsweise während des Ladevorgangs bei niedrigen Drehzahlen (d. h., bei zeitlich weiter auseinanderliegenden Stellgliedbetätigungen) oder im Schiebebetrieb, solche Nachladungen des Entladekondensators C2 vorgenommen.

Soll ein Einspritzvorgang stattfinden, so wird der dem entsprechenden Stellglied, beispielsweise P1, zugeordnete Auswahlsschalter T1 leitend gesteuert. Es fließt Strom von +SNT und C1 über C2, L, P1 und T1 nach GND, bis das Stellglied geladen ist. Der Ladezustand des Stellgliedes P1 bleibt erhalten, solange der Auswahlsschalter T1 leitet.

Wird T1 beim Verschwinden seines Steuersignals nichtleitend, und ist auch kein anderer Auswahlsschalter T2 bis Tn leitend, so wird automatisch der Entladeschalter Te leitend, welcher invertiert zu den Auswahlsschaltern von diesen angesteuert wird: leitet einer der Auswahlsschalter T1 bis Tn, ist der Entladeschalter Te nichtleitend, und umgekehrt.

Bei leitendem Entladeschalter Te, wenn kein Stellglied betätigt wird, werden alle Stellglieder P1 bis Pn über die Umschwingspule L, den Entladeschalter Te und die Entkopplungsdioden D1 bis Dn in den Entladekondensator C2 entladen.

Die am Entladekondensator C2 anschließend anliegende Spannung U_{C2} wird über die Sample-and-Hold-Schaltung S&H der Steuerschaltung ST mitgeteilt, welche die Ausgangsspannung des Schaltnetzteils SNT nachsteuert oder nachregelt. Diese Steuerung oder Regelung kann entweder auf konstante Ladespannung $U_{C1} + U_{C2} = \text{const.}$, auf konstante Stellgliedspannung $U_p = \text{const.}$ oder auf dem Stellglied zugeführte konstante Ladung oder Energie erfolgen. Letztere Verfahren sind in den älteren deutschen Patentanmeldungen mit den Aktenzeichen DE 196 52 801 A1 und DE 196 52 807 A1 beschrieben. Anschließend kann der Ladevorgang des nächsten Stellgliedes beginnen u. s. w..

Bei einem externen Kurzschluß eines Stellgliedes P1 bis Pn, welcher den zugeordneten Auswahlsschalter T1 bis Tn überbrückt, entstünde bei leitendem Entladeschalter Te ein Kurzschließen des Schaltnetzteils SNT. Um dies zu vermeiden, muß die Drain-Source-Spannung des Entladeschalters Te oder der durch ihn fließende Strom (mittels eines Shunt-Widerstandes) von der Steuerschaltung überwacht werden und im Fehlerfall der Entladeschalter Te sofort nichtleitend gesteuert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ansteuern wenigstens eines kapazitiven Stellgliedes (P1 bis Pn), insbesondere für ein Kraftstoffeinspritzventil einer Brennkraftmaschine, mittels einer Steuerschaltung (ST), mit einem zwischen Pluspol (+ U_{SNT}) und Minuspol (GND) einer Spannungsquelle (SNT) angeordneten Ladekondensator (C1) und mit einer parallel zu diesem Ladekondensator (C1) angeordneten Reihenschaltung aus einer Umschwingspule (L) und wenigstens einem Stellglied mit zugeordnetem Auswahlsschalter (T1 bis Tn), und mit einem Entladeschalter (Te), **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Ladekondensator (C1) und Umschwingspule (L) ein Entladekondensator (C2) angeordnet ist, daß eine Meßschaltung (S&H) vorgesehen ist, welche die Spannung (U_{C2}) am Entladekondensator (C2) mißt und an die Steuerschaltung (ST) weitergibt, daß der wenigstens eine Auswahlsschalter (T1 bis Tn) ein N-MOSFET-Schalter ist, dessen Sourceanschluß (S) mit dem Minuspol (GND) der Spannungsquelle (SNT) verbunden ist,

daß zwischen Pluspol (+ U_{SNT}) und Entladekondensator (C2) eine zum Entladekondensator (C2) hin stromleitende Diode (Da) angeordnet ist,

daß der Drainanschluß des als N-MOSFET-Schalter ausgebildeten Entladeschalters (Te) über eine zu ihm hin stromleitende Diode (Db) mit der Katode der Diode (Da) verbunden ist und dessen Sourceanschluß mit dem Drainanschluß (D) jedes Auswahlsschalters (T1 bis Tn) über je eine Entkopplungsdiode (D1 bis Dn) verbunden ist, und

daß ein als N-MOSFET-Schalter ausgebildeter, vom Steuergerät steuerbarer Bypassschalter (Bp) vorgesehen ist, dessen Drainanschluß zum Verbindungspunkt zwischen Umschwingspule (L) und Stellglied (P1 bis Pn) führt und dessen Sourceanschluß mit dem Sourceanschluß des Entladeschalters (Te) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungsquelle (SNT) als ein vom Steuergerät (ST) steuerbares Schaltnetzteil ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle des Bypassschalters (Bp) eine Diode oder Zenerdiode vorgesehen ist, deren Katode mit der Umschwingspule (L) verbunden ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine vom Minuspol (GND) zum Sourceanschluß des Entladeschalters (Te) stromleitende Diode (Dc) vorgesehen ist.

5. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Entladeschalter (Te) leitend gesteuert wird, wenn keiner der Auswahlsschalter (T1 bis Tn) leitend gesteuert ist.

6. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der ersten Betätigung eines Stellgliedes (P1 bis Pn) und zwischen zwei Stellgliedbetätigungen, deren zeitlicher Abstand eine vorgegebene Dauer überschreitet, der Entladekondensator (C2) auf- oder nachgeladen wird, indem wenigstens einmal gleichzeitig der Bypassschalter (Bp) und einer der Auswahlsschalter (T1 bis Tn) leitend und anschließend nichtleitend gesteuert werden, bis am Entladekondensator (C2) eine vom Steuergerät (ST) vorgegebene Spannung (U_{C2}) anliegt.

7. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stellglied (P1 bis Pn) betätigt wird, solange der zugeordnete Auswahlsschalter (T1 bis Tn) leitend gesteuert ist.

8. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Betriebes die Ausgangsspannung (+ U_{SNT}) der Spannungsquelle (SNT) auf konstante Ladespannung ($U_{C1} + U_{C2}$) oder auf konstante Stellgliedspannung (U_p) gesteuert oder geregelt wird.

9. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß während des Betriebes die Ausgangsspannung (+ U_{SNT}) der Spannungsquelle (SNT) dahingehend gesteuert oder geregelt wird, daß dem jeweils betätigten Stellglied (P1 bis Pn) eine konstante Ladung oder Energie zugeführt wird.

10. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Bypassschalter (Bp) leitend gesteuert wird, wenn die Stellgliedspannung (U_p) einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet oder wenn ein Schaltungsfehler auftritt.

11. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Entladeschalter (Te) nichtleitend gesteuert wird, wenn der

durch seine Drain-Source-Strecke fließende Strom
oder die an ihr liegende Spannung einen vorgegebenen
Wert überschreitet.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65